

PCT/IB 05 / 0 0 0 5 0
(1 4 . 0 1 . 0 5)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 14 JAN 2005
WIPO PCT

IB/05/50

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 1 月 1 3 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 0 5 8 5 8
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 0 0 5 8 5 8]

出 願 人 トヨタ自動車株式会社
Applicant(s):

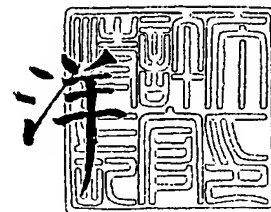


**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 8 月 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 6 8 6 7 0

【書類名】 特許願
【整理番号】 TY244
【提出日】 平成16年 1月13日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01M 08/04
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 【氏名】 三浦 晋平
【特許出願人】
 【識別番号】 000003207
 【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100106150
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 高橋 英樹
 【電話番号】 03-5379-3088
【代理人】
 【識別番号】 100082175
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 高田 守
 【電話番号】 03-5379-3088
【選任した代理人】
 【識別番号】 100120499
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 平山 淳
 【電話番号】 03-5379-3088
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 008268
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

水素を含む燃料ガスの供給を受けて発電する燃料電池と、
前記燃料電池から排出される燃料オフガスの通路である燃料オフガス通路と、
前記燃料オフガス通路から前記燃料オフガスを外部に排出する排出手段と、
前記燃料電池内における前記燃料ガス中の窒素濃度を推定する窒素濃度推定手段と、
前記窒素濃度推定手段により推定された前記窒素濃度に応じて前記排出手段により排出
される前記燃料オフガスの排出量を制御する排出量制御手段と、
を備えることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】

前記窒素濃度推定手段は、前記燃料オフガス通路において検出される前記燃料オフガス
に係わる物理量から前記窒素濃度を推定することを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池シ
ステム。

【請求項 3】

前記窒素濃度推定手段は、前記排出手段による前記燃料オフガスの排出中における前記
燃料オフガス通路内の圧力降下速度から前記窒素濃度を推定することを特徴とする請求項
2 記載の燃料電池システム。

【請求項 4】

前記排出手段が前記燃料電池の停止時に作動される場合、前記排出量制御手段は、前記
窒素濃度が高いほど前記燃料オフガスの排出量を減少させることを特徴とする請求項 1 乃
至 3 の何れか 1 項に記載の燃料電池システム。

【請求項 5】

前記燃料オフガス通路は、前記燃料電池に供給される前記燃料ガスの通路である燃料ガ
ス通路に接続されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の燃料電池
システム。

【書類名】明細書

【発明の名称】燃料電池システム

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池システムに係り、特に、燃料電池システム内から外部に排出される燃料オフガスの排出量の制御技術に関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池は、電解質膜を挟んでアノードとカソードが配置された構造を有し、アノードに水素を含む燃料ガスが接触しカソードに空気などの酸素を含む酸化ガスが接触することにより両電極で電気化学反応が起こり、起電力が発生する仕組みになっている。このような燃料電池によって電力を得る燃料電池システムでは、燃料である水素の無駄な消費を無くすることが省エネルギーの観点において重要である。このため、従来の燃料電池システムでは、例えば特許文献1に記載されるように、燃料電池で使用された燃料ガスのオフガス（燃料オフガス）を再び燃料電池に循環させることで、燃料オフガスに残存している水素の有効利用が図られている。

【0003】

ところが、アノードに供給される燃料ガスとカソードに流れる酸化ガスは電解質膜によって分離されているものの、一部の燃料ガスは電解質膜を透過してカソード側に漏れ出し、逆に一部の酸化ガスは電解質膜を透過してアノード側に漏れ出している。アノード側に漏れ出した酸化ガスは燃料オフガスに含まれて燃料電池に循環されるが、酸化ガスの主成分は不活性な窒素であるため、燃料ガスの循環系内に窒素が蓄積されていくことになり、燃料電池に供給される燃料ガス中の窒素濃度は次第に上昇していく。燃料ガス中の窒素濃度の上昇は水素濃度の減少を意味し、燃料電池の発電性能の低下を招いてしまう。

【0004】

この点に関し特許文献1に記載の従来技術では、循環している燃料ガス中の不純物の濃度が許容できない濃度になったときには、燃料オフガスの通路に連通するバルブを所定時間開くようにしている。これによれば、循環系内に蓄積されていた窒素は燃料オフガスとともに循環系内から排出されるので、燃料電池に供給される燃料ガス中の水素濃度の回復を図ることができる。

【特許文献1】特開2002-289237号公報

【特許文献2】特開2002-8691号公報

【特許文献3】特開平2-87479号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記従来技術では、バルブの開時間が固定であるために循環系内の窒素の蓄積状況によっては十分に窒素を排出できず、水素濃度を十分に回復できない可能性がある。また、燃料オフガスの排出により窒素とともに水素も循環系内から排出されることになるが、上記従来技術のようにバルブの開時間を固定にすると、水素濃度が回復されているにもかかわらず必要以上に水素を排出してしまい燃費が悪化してしまう可能性もある。したがって、水素濃度回復のために燃料オフガスを循環系外に排出する場合には、十分に水素濃度を回復しながらも不必要に水素を排出することのないよう、燃料オフガスの排出量は正確に制御する必要がある。

【0006】

また、電解質膜を透過した窒素によって燃料ガス中の水素濃度が低下するという問題は、上記のような燃料ガスを循環させながら運転する形式の燃料電池システムに限ったものではない。例えば特許文献2に記載されるような、アノードの燃料ガス流路の出口を閉鎖した状態で運転するアノードデッドエンド式の燃料電池システムにも共通する課題である。アノードデッドエンド式の燃料電池システムでは、アノードでの水素の消費に応じて燃

料ガスの供給が行われるが、電解質膜を透過した窒素がアノードの燃料ガス流路内に蓄積されていくために、アノードにおける水素濃度は次第に低下していくことになる。したがって、このようなアノードデッドエンド式の燃料電池においても、アノードの燃料ガス流路内に蓄積された窒素を燃料オフガスとともにシステム外に排出し、且つ、そのときの排出量を正確に制御する技術は必要である。

【0007】

本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、十分に水素濃度を回復しながらも不必要に水素を排出することのないよう、燃料オフガスの排出量を正確に制御できるようにした燃料電池システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

第1の発明は、上記の目的を達成するため、水素を含む燃料ガスの供給を受けて発電する燃料電池と、

前記燃料電池から排出される燃料オフガスの通路である燃料オフガス通路と、

前記燃料オフガス通路から前記燃料オフガスを外部に排出する排出手段と、

前記燃料電池内における前記燃料ガス中の窒素濃度を推定する窒素濃度推定手段と、

前記窒素濃度推定手段により推定された前記窒素濃度に応じて前記排出手段により排出される前記燃料オフガスの排出量を制御する排出量制御手段と、
を備えることを特徴としている。

【0009】

また、第2の発明は、第1の発明において、前記窒素濃度推定手段は、前記燃料オフガス通路において検出される前記燃料オフガスに係わる物理量から前記窒素濃度を推定することを特徴としている。

【0010】

また、第3の発明は、第2の発明において、前記窒素濃度推定手段は、前記排出手段による前記燃料オフガスの排出中における前記燃料オフガス通路内の圧力降下速度から前記窒素濃度を推定することを特徴としている。

【0011】

また、第4の発明は、第1乃至第3の何れか一つの発明において、前記排出手段が前記燃料電池の停止時に作動される場合、前記排出量制御手段は、前記窒素濃度が高いほど前記燃料オフガスの排出量を減少させることを特徴としている。

【0012】

また、第5の発明は、第1乃至第4の何れか一つの発明において、前記燃料オフガス通路は、前記燃料電池に供給される前記燃料ガスの通路である燃料ガス通路に接続されていることを特徴としている。

【発明の効果】

【0013】

第1の発明によれば、燃料オフガス通路から外部に排出される燃料オフガスの排出量が燃料電池内における燃料ガス中の窒素濃度に応じて制御されることで、燃料オフガスの排出量の最適化が可能になる。その結果、燃料オフガスを排出することにより水素濃度の回復を図る際、不必要に水素を排出することによる燃費の低下を抑制することができる。

【0014】

また、燃料ガス中の窒素濃度は燃料電池内の位置によって変化するものの最終的な窒素濃度は燃料オフガスに係わる物理量に反映されるので、第2の発明によれば、燃料オフガス通路において検出される前記物理量から窒素濃度を推定することで、燃料電池内における燃料ガス中の窒素濃度を正確に推定することができる。

【0015】

特に、第3の発明によれば、燃料オフガスの排出中における燃料オフガス通路内の圧力降下速度は窒素濃度に対応しているので、この圧力降下速度から窒素濃度を推定することで、燃料電池内における燃料ガス中の窒素濃度を正確に推定することができる。また、窒

素濃度は水素濃度から推定することもできるが、圧力降下速度の測定に必要な圧力センサはガス濃度センサに比較して応答性が優れているので、本発明によればガス濃度センサの検出値を用いる場合に比較して、窒素濃度の変化に遅れることなく速やかに且つ正確に燃料オフガスの排出量を制御することができる。

【0016】

また、燃料電池の停止時におけるカソードへの水素の透過を抑制するためには、燃料オフガスを排出してアノード内の水素分圧を低下させることが有効であるが、第4の発明によれば、燃料ガス中の窒素濃度が高いほど燃料オフガスの排出量が減少されることで、アノード内の水素分圧が小さい場合に不必要に水素が排出されることが防止され、燃費の低下が抑制される。

【0017】

また、第5の発明のように燃料オフガス通路が燃料ガス通路に接続される場合には、燃料ガスの循環系が構成され、この循環系内に窒素が蓄積されていくことになるが、本発明によれば、燃料オフガスが循環系外に排出されることで水素濃度が回復され、しかもその排出量は燃料ガス中の窒素濃度に応じて制御されるので不必要に水素を排出することによる燃費の低下も抑制される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、図1乃至図3を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

本発明の燃料電池システムは、例えば車両に搭載される車両用燃料電池システムに適用することができる。ただし、他の用途の燃料電池システムへの適用も勿論可能である。

【0019】

【燃料電池システムの構成の説明】

図1は、本発明の実施の形態1としての燃料電池システムの概略構成図である。この図に示すように、本燃料電池システムは、電力供給手段として燃料電池2を備えている。燃料電池2は、水素イオン透過性の電解質膜が触媒電極であるアノードとカソードで挟まれて構成され（図中では、電解質膜、アノード、カソードの図示は省略している）、アノードへの水素を含む燃料ガスの供給とカソードへの空気などの酸素を含む酸化ガスの供給を受けて発電する。

【0020】

燃料電池2のアノード入口には燃料ガス通路4が接続されている。燃料ガス通路4の上流側には水素タンクや改質器などの図示しない燃料ガス供給装置が接続されており、燃料電池2は燃料ガス供給装置から燃料ガスの供給を受けるようになっている。燃料ガス通路4には調圧弁6が配置されており、燃料ガス供給装置から供給される燃料ガスは調圧弁6で減圧され所望の圧力に調整されてから燃料電池2に供給される。

【0021】

また、燃料電池2には燃料ガスのオフガス（燃料オフガス）を排出するための燃料オフガス通路8が接続されている。燃料オフガス通路8の下流側は、図示しないエジェクタ等の混合装置を介して燃料ガス通路4における調圧弁6の下流側に接続されている。燃料オフガス通路8にはポンプ10が配置されており、ポンプ10によって駆動されることで燃料オフガスは燃料電池2から燃料オフガス通路8に引き出され、再び燃料ガス通路4に送り出される。これにより、本燃料電池システムでは、燃料電池2の運転時には燃料ガスは燃料ガス通路4と燃料オフガス通路8を通過して循環する。

【0022】

燃料オフガス通路8におけるポンプ10の上流側には、燃料オフガスをその循環系の外部に排出するための排出通路12が接続されている。排出通路12にはパージ弁14が配置されている。パージ弁14は通常は閉じており、後述するECU(Electronic Control Unit)20からの制御信号の入力によって必要に応じて開かれる。パージ弁14としては、シャットオフ弁や流量調整弁など、燃料オフガスの排出量を制御することが可能な弁であればよい。本実施形態では、パージ弁14としてシャットオフ弁が備えられているもの

とする。

【0023】

なお、燃料電池 2 のカソード入口には酸化ガスを供給するための酸化ガス通路が接続され、カソード出口には酸化ガスのオフガスを排出するための酸化オフガス通路が接続されているが、これらについては本燃料電池システムの特徴部分ではないので図 1 中での表示は省略している。

【0024】

このような燃料ガスが循環する形式の燃料電池システムでは、燃料電池 2 の運転に伴いカソード側の酸化ガスが電解質膜を透過してアノード側に漏れ出してくる。このため、循環系内には酸化ガスに含まれる窒素が蓄積されていき、燃料ガス中の窒素濃度は次第に上昇していく。そこで、本燃料電池システムでは、窒素濃度の上昇に伴う燃料電池 2 の発電性能の低下を防止するために、燃料電池 2 内における燃料ガス中の窒素濃度を推定し、推定した窒素濃度に応じてパージ弁 14 の作動を制御している。以下、本実施形態にかかる窒素濃度の推定方法とパージ弁 14 の制御方法について詳細に説明する。

【0025】

[窒素濃度の推定方法の説明]

本燃料電池システムは、パージ弁 14 を制御するための制御装置として ECU 20 を備えている。ECU 20 の入力側には、アノード出入口に配置されて燃料電池 2 の前後における燃料ガスの圧損を検出する一対の圧力センサ 22 a, 22 b、燃料オフガス通路 8 のパージ弁 14 近傍に配置されて燃料オフガス通路 8 内の圧力を検出する圧力センサ 24、燃料オフガス通路 8 に配置されて燃料オフガス中の水素濃度を検出する水素センサ 26、燃料オフガス通路 8 に配置されて燃料オフガス中の音速を検出する超音波センサ 28、及び燃料電池 2 の電圧を検出する電圧モニタ 30 のうちの少なくとも一つが接続されている。

【0026】

上記の各センサは燃料電池 2 内における燃料ガス中の窒素濃度を推定するための手段として用いられる。アノード出入口に配置された圧力センサ 22 a, 22 b であれば、水素と窒素の圧損の違いを利用して窒素濃度を推定することができる。水素と窒素では密度、粘度の違いによって圧損が 4 倍程度異なるため、燃料電池 2 内における燃料ガス中の窒素濃度が上昇すると、燃料電池 2 の前後における圧力差は増加することになる。したがって、圧力センサ 22 a, 22 b により燃料電池 2 の前後における圧力差を検出することで窒素濃度を推定することができる。

【0027】

オフガス通路 8 に配置された圧力センサ 24 を用いる場合も、水素と窒素の圧損の違いを利用して窒素濃度を推定することができる。水素と窒素の圧損の違いにより燃料オフガス中の窒素濃度が上昇すると、同一の弁開度におけるパージ弁 14 の通過流量は減少するので、パージ弁 14 が開いたときの燃料オフガス通路 8 内の圧力降下速度は低下することになる。したがって、パージ弁 14 を開いたときの圧力センサ 24 の出力変化を検出することで窒素濃度を推定することができる。

【0028】

水素センサ 26 を用いる場合には、水素センサ 26 で検出される水素濃度から窒素濃度を算出することができる。燃料オフガス中の窒素濃度が上昇に応じて水素濃度が減少するので、水素濃度を検出することで窒素濃度を推定することができる。

【0029】

超音波センサ 28 を用いる場合には、燃料オフガスの成分の相違により燃料オフガス中の音速が異なることを利用して窒素濃度を推定する。燃料オフガス中の窒素濃度が上昇すると、それに伴って燃料オフガス中の音速も変化していく。したがって、燃料オフガス中の音速を検出することで窒素濃度を推定することができる。

【0030】

なお、本燃料電池システムでは燃料ガスは循環しているので、水素センサ 26 や超音波

センサ 28 を用いて窒素濃度を推定する方法であれば、燃料ガス通路 4 において水素濃度、或いは音速を検出することで燃料電池 2 内における燃料ガス中の窒素濃度を推定することも可能である。また、圧力センサ 24 を用いて圧力降下速度から窒素濃度を推定する方法に関しても、燃料ガス通路 4 にパージ弁があればパージ弁を開いたときの圧力降下速度から窒素濃度を推定することも可能である。しかしながら、燃料電池 2 内における燃料ガス中の窒素濃度の変化は、まず、燃料オフガス通路 8 内の窒素濃度の変化として現れ、燃料オフガスが燃料ガス通路 4 内に送り出されることで燃料ガス通路 4 内の窒素濃度の変化として現れる。したがって、上記のように燃料オフガス通路 8 内の燃料オフガスを検出対象とすることで、燃料ガス通路 4 内の燃料ガスを検出対象とする場合よりも、応答遅れなく燃料電池 2 内における燃料ガス中の窒素濃度を推定することができる。また、燃料電池 2 内における燃料ガス中の窒素濃度は燃料電池 2 内の位置によって異なるものの（例えば、アノード入口よりもアノード出口の方が窒素濃度は高い）、最終的な窒素濃度は燃料オフガスに反映されるので、燃料オフガスを検出対象とすることで燃料電池 2 内における燃料ガス中の窒素濃度を正確に推定することができるという利点もある。

【0031】

また、電圧モニタ 30 を用いる場合には、電圧モニタ 30 で検出される燃料電池 2 の電圧低下から、燃料電池 2 内における燃料ガス中の窒素濃度を推定することができる。燃料ガス中の窒素濃度が上昇すると、その分、燃料である水素濃度が減少するために燃料電池 2 の電圧は低下するからである。

【0032】

以下では、窒素濃度推定手段として燃料オフガス通路 8 に圧力センサ 24 が配置されており、ECU 20 は、前述した方法によって圧力センサ 24 からの出力信号に基づき燃料電池 2 内における燃料ガス中の窒素濃度を推定しているものとする。本方法によれば、燃料電池 2 の前後の圧力差により窒素濃度を推定する方法に比較してセンサが一つで済むという利点がある。また、圧力センサ 24 を水素濃度センサ 26 を用いる場合と比較して、圧力センサ 24 は水素濃度センサ 26 に比較して応答性が優れているので、水素濃度センサ 24 の検出値を用いる場合に比較して、燃料ガス中の窒素濃度の変化に遅れることなく正確に窒素濃度を推定することができるという利点がある。また、他の方法による窒素濃度の推定はパージ弁 14 の作動と独立して行われるのに対し、本方法による窒素濃度の推定はパージ弁 14 の作動に連動して行われるという特徴がある。

【0033】

〔パージ弁の制御方法の説明〕

図 2 は ECU 20 が燃料電池 2 の運転中にパージ弁 14 を制御する際の制御フローを示すフローチャートである。ECU 20 はパージ弁 14 を一定の周期で作動させるようになっており、ステップ 100 では、前回の作動からの経過時間が所定時間に達したか否の判定を行う。ステップ 100 の判定において経過時間が所定時間に達した場合には、圧力センサ 24 により現時点における燃料オフガス通路 8 内の圧力を検出し（ステップ 102）、続いてパージ弁 14 を開弁させる（ステップ 104）。

【0034】

図 3 はパージ弁 14 の作動と燃料オフガス通路 8 内の圧力変化の関係を示すグラフである。ステップ 100 の条件の成立によりパージ弁 14 が開かれることで（時点 t_0 ）、燃料オフガス通路 8 内の燃料オフガスはパージ弁 14 を介して外部に放出され、燃料オフガス通路 8 内の圧力は次第に低下していく。このときの燃料オフガス通路 8 内の圧力降下速度は、前述のように燃料オフガス中の窒素濃度によって変化する。窒素濃度が比較的低い場合には、図中、実線で示すように圧力降下速度は比較的速度く、窒素濃度が比較的高い場合には、図中、破線で示すように圧力降下速度は比較的に遅い。なお、パージ弁 14 を開く前の燃料オフガス通路 8 内の圧力は、実際には燃料電池 2 の前後の圧損によって窒素濃度が高い場合と低い場合とでは差が生じているが、図 3 では説明を分かりやすくするために窒素濃度の高低によらず同じ圧力値で示している。

【0035】

ECU20は、パージ弁14を開いてから所定の微小時間 Δt が経過したか判定し（ステップ106）、所定微小時間 Δt の経過後（時点 t_1 ）、再び圧力センサ24により燃料オフガス通路8内の圧力を検出する（ステップ108）。そして、微小時間 Δt 内での圧力降下値 ΔP を算出する（ステップ110）。窒素濃度によって圧力降下速度が異なるので、窒素濃度が比較的高い場合の圧力降下値 ΔP_H は、窒素濃度が比較的低い場合の圧力降下値 ΔP_L よりも小さくなる。

【0036】

次に、ECU20は、ステップ110で求めた圧力降下値 ΔP を燃料ガス中の窒素濃度と相関する物理量として用い、圧力降下値 ΔP に応じたパージ弁14の開時間 T を予め用意しておいたマップから決定する（ステップ112）。パージ弁14の開時間 T は、窒素濃度が比較的高い場合の開時間 T_H のほうが、窒素濃度が比較的低い場合の開時間 T_L よりも長くなるように設定されている。ステップ114では、パージ弁14を開いてからステップ112で決定された開時間 T が経過したか否かが判定され、開時間 T が経過した場合には、ステップ116においてECU20はパージ弁14を開弁させる（時点 t_{2H} 或いは時点 t_{2L} ）。パージ弁14が閉じられることで、燃料オフガス通路8から外部への燃料オフガスの放出は停止する。燃料オフガスの放出の停止後は、調圧弁6を介して水素が補充されることで燃料オフガス通路8内の圧力は回復していく。

【0037】

以上のように、ECU20は、燃料電池2内における燃料ガス中の窒素濃度が高いほど、パージ弁14の開時間を長く設定するようにしている。これにより、窒素濃度が高いときには多くの燃料オフガスが排出されることになるので、循環系内に蓄積されていた窒素は十分に排出され、窒素の排出量に応じて水素が補充されることにより燃料ガス中の水素濃度は十分に回復される。逆に窒素濃度が低いときには燃料オフガスの排出量が制限されるので、必要以上に水素を排出してしまうことは防止される。したがって、本燃料電池システムによれば、燃料オフガスの排出量を最適化することができ、水素濃度の回復による発電性能の向上と、水素の不必要な排出を抑制することによる燃費の向上とを両立させることができる。

【0038】

また、従来は、窒素濃度の上昇による電圧低下を考慮して調圧弁6の調圧値を高めに設定せざるを得なかったが、本燃料電池システムによれば、上記のように窒素濃度の上昇が抑制されるので、従来よりも調圧弁6の調圧値を低く設定することができる。これにより、燃料電池2の電解質膜に加わる圧力を低くすることができ、従来よりも電解質膜の耐久性を維持することが可能になる。

【0039】

〔燃料電池の停止時におけるパージ弁の制御方法の説明〕

ECU20は、燃料電池2の停止時にもパージ弁14を制御し、燃料オフガス通路8から外部に燃料オフガスを排出する。ただし、燃料電池2の停止時に燃料オフガスを排出する目的は燃料電池2の運転中のそれとは異なり、燃料電池2内における燃料ガス中の水素分圧を低下させることにある。窒素がカソード側からアノード側に漏出しているのと同様に、アノードを流れる水素も電解質膜を透過してカソード側に漏出している。水素のカソード側への漏出は燃料電池2の停止時にも起きているが、カソード側に漏出した水素はそのまま大気中に放出されるため好ましくない。そこで、燃料電池2の停止時におけるカソード側への水素の漏出を抑制する手段として、燃料オフガスを燃料オフガス通路8から外部に排出してアノード内の水素分圧を低下させるようにしているのである。

【0040】

ECU20は、燃料電池2の停止時にパージ弁14を作動させるに際し、燃料電池2の運転中と同様、パージ弁14を開いたときの燃料オフガス通路8内の圧力降下速度（所定微小時間での圧力降下値）を検出している。そして、燃料電池2の運転中とは逆に、圧力降下速度が低いほど、すなわち、燃料ガス中の窒素濃度が高いほど、パージ弁14を開いておく開時間を短くして燃料オフガスの排出量を減少させている。

【0041】

燃料ガス中の窒素濃度が高い場合にはアノード内の水素分圧は低いので、燃料オフガスを大量に排出せずとも水素のカソード側への漏出は抑制することができる。逆に、燃料オフガスを大量に排出した場合には水素も不必要に排出されることになるため、燃費が低下してしまう。本燃料電池システムによれば、上記のように燃料ガス中の窒素濃度が高いほど燃料オフガスの排出量が減少されるようにパージ弁14が制御されるので、アノード内の水素分圧が小さい場合に不必要に水素が排出されることが防止され、燃費の低下が抑制される。

【0042】

[その他]

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上述の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。例えば、次のように変形して実施してもよい。

【0043】

上述の実施の形態では、センサを窒素濃度の推定手段として用いているが、センサを用いずに窒素濃度を推定することもできる。具体的には、パージ実行後の経過時間から窒素濃度を推定する方法である。窒素が電解質膜を透過する透過速度を略一定すると、パージ実行後、燃料ガス中の窒素濃度は再び一定の速度で上昇していくことになる。したがって、パージ実行後の窒素濃度の上昇速度を実験等により予め求めておくことで、パージ実行後の経過時間から現時点における窒素濃度を推定することができる。なお、窒素が電解質膜を透過する透過速度は燃料電池2の温度によって変化すると考えられるので、好ましくは温度をパラメータとして窒素濃度の上昇速度を設定する。

【0044】

また、パージ弁14を一定開時間、且つ一定周期で作動させ、そのときの理論水素消費量と実際の水素消費量との差を求めることで窒素濃度を推定することもできる。理論水素消費量は燃料電池2の発電電力から求めることができ、実際の水素消費量は調圧弁6の上流に流量計を設けることで計測することができる。理論水素消費量と実際の水素消費量との差は発電に利用されなかった水素量であり、パージ弁14から外部に排出された水素量を意味している。パージ弁が一定開時間であれば、パージ弁14から排出される水素量は燃料ガス中の水素濃度が低いほど、言い換えれば燃料ガス中の窒素濃度が高いほど少なくなる。したがって、理論水素消費量と実際の水素消費量との差が小さくなるほど、燃料ガス中の窒素濃度は高くなっていると言える。

【0045】

また、上述の実施の形態では、パージ弁14の開時間を変化させることで、燃料オフガスの排出量を制御しているが、パージ弁14の作動周期を変えることで燃料オフガスの排出量を制御してもよい。同一の開時間であれば作動周期を短くすることで排出量を増大させることができる。

【0046】

また、上述の実施の形態では、パージ弁14としてシャットオフ弁を用いる場合について説明したが、パージ弁14として流量調整弁を用いる場合には、弁の開度を変化させることで燃料オフガスの排出量を制御することも可能である。さらに、パージ弁14がデューティ制御による電磁弁である場合には、パージ弁14の作動中も燃料ガス中の窒素濃度の推定を連続して行い、パージ弁14の作動中の窒素濃度の変化に応じて電磁弁のデューティ比をリアルタイムに変化させるようにしてもよい。これによれば、燃料オフガスの排出量をより正確に制御することができる。

【0047】

また、上述の実施形態では、推定した燃料ガス中の窒素濃度に応じて燃料オフガスの排出量を制御しているが、燃料ガス供給装置からの燃料ガスの供給量を制御するようにしてもよい。図1に示す構成においては、ECU20により調圧弁6の調圧値を制御することで、燃料ガスの供給量を制御する。図4は本制御方法の概念を示す図であるが、調圧弁6

の調圧値が一定の場合には、図4中のA、Bを比較して分かるように窒素分圧の上昇に応じて水素分圧は低下する。本制御方法では、図4中のCに示すように調圧弁6の調圧値を高めることで、窒素分圧はそのままに水素分圧を高め、水素分圧を所望の圧力に維持するようにしている。図5は調圧弁6の調圧値の加算値と窒素濃度との関係を示すマップであり、窒素濃度が高くなるほど調圧値の加算値も高くなるように設定されている。このように水素分圧が一定値に維持されることで、燃料電池2の発電性能の低下を防止することができる。

【0048】

また、上述の実施形態では、本発明を燃料ガスを循環させながら運転する形式の燃料電池システムに適用しているが、本発明はアノードデッドエンド式の燃料電池システムにも適用可能である。図6は本発明をアノードデッドエンド式の燃料電池システムに適用した場合の構成を示す概略図である。図6中、上述の実施の形態と同一の部位については同一の符号を付している。

【0049】

アノードデッドエンド式の燃料電池システムでは、通常、パージ弁14が閉じられた状態で燃料電池が作動されており、且つアノード出口付近では燃料ガスの流れは殆どない。このため、カソード側から透過した窒素がアノード出口側に滞留し、最終的に燃料オフガス通路8内に滞留することになる。したがって、アノードデッドエンド式の燃料電池システムでも、定期的にパージ弁14を開いて燃料電池2のアノードに蓄積された窒素を外部に排出する必要がある。その際、燃料電池2内における燃料ス中の窒素濃度を推定し、図2に示すフローチャートに従いパージ弁14を制御することで、上述の実施の形態と同様、燃料オフガスの排出量を最適化することができ、水素濃度の回復による発電性能の向上と、水素の不必要な排出を抑制することによる燃費の向上とを両立させることができる。

【0050】

なお、アノードデッドエンド式の燃料電池システムにおいても、燃料ガス中の窒素濃度は燃料オフガス通路8において検出される燃料オフガスに係わる物理量から検出するのが望ましい。図6に示す構成では、オフガス通路8に配置された圧力センサ24を用い、パージ弁14を開いたときの圧力センサ24の出力変化を検出することで窒素濃度を推定するようになっている。上述のように、カソード側から透過した窒素はアノード出口側に滞留し、最終的に燃料オフガス通路8内に滞留することから、燃料ガス通路4内よりも燃料オフガス通路8内のほうが窒素濃度が高くなる。したがって、燃料オフガスを検出対象とすることで燃料電池2内における燃料オフガス中の窒素濃度を正確に推定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】本発明の実施の形態としての燃料電池システムの概略構成を示す図である。

【図2】本発明の実施の形態において実行されるパージ制御ルーチンのフローチャートである。

【図3】図2のパージ制御ルーチンの実行時におけるパージ弁の作動と燃料オフガス通路内の圧力変化の関係を示すグラフである。

【図4】変形例としての燃料ガスの調圧値の制御方法を説明するための概念図である。

【図5】図4の変形例にかかる調圧弁の調圧値の加算値と窒素濃度との関係を示すマップである。

【図6】別の変形例としての燃料電池システムの概略構成を示す図である。

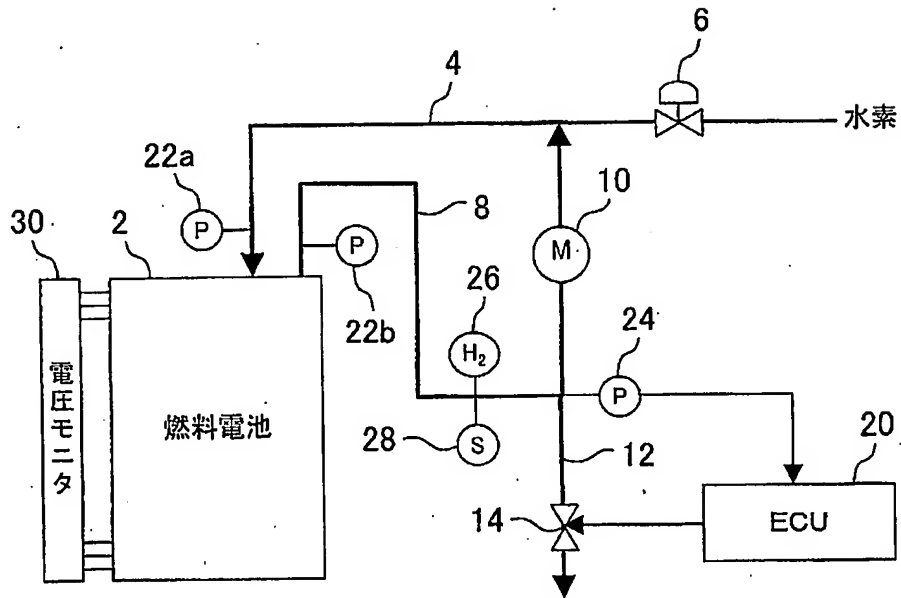
【符号の説明】

【0052】

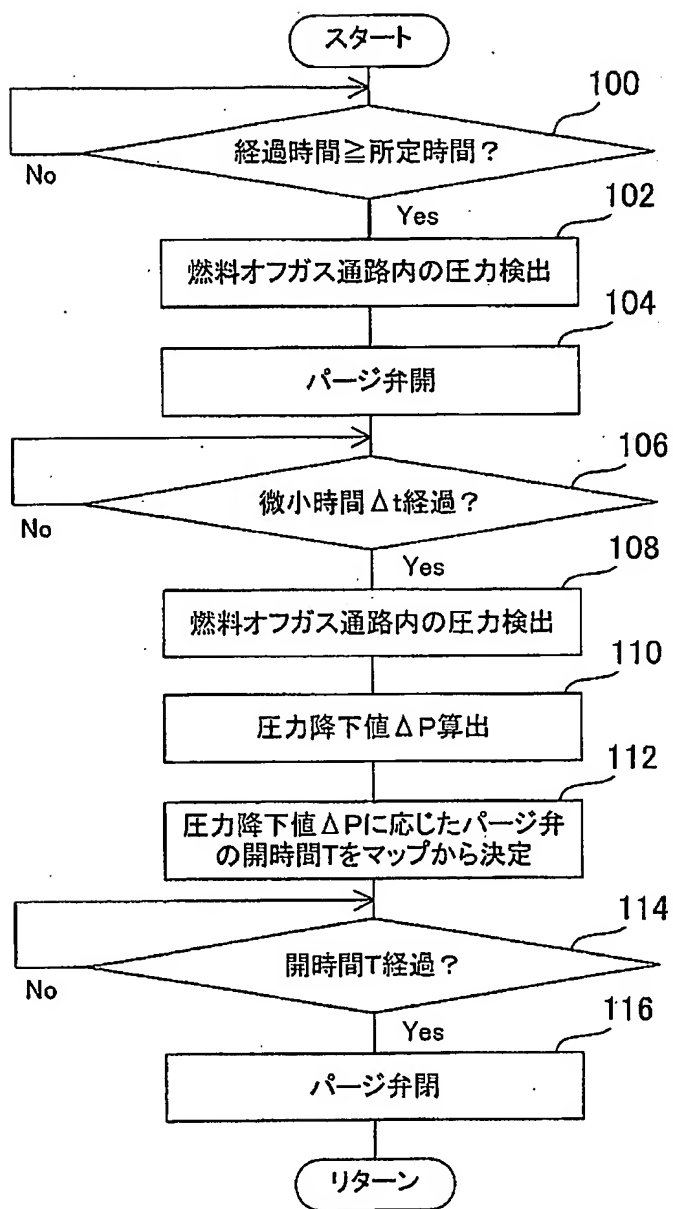
- 2 燃料電池
- 4 燃料ガス通路
- 6 調圧弁

- 8 燃料オフガス通路
- 10 ポンプ
- 12 排出通路
- 14 パージ弁
- 20 ECU
- 22 a, 22 b, 24 圧力センサ
- 26 水素センサ
- 28 超音波センサ
- 30 電圧モニタ

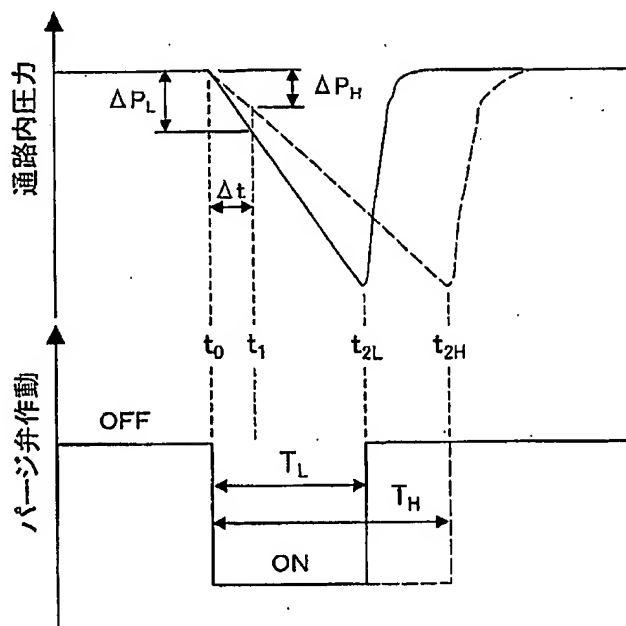
【書類名】 図面
【図 1】



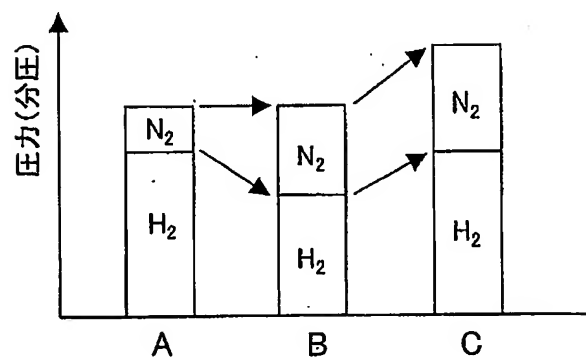
【図 2】



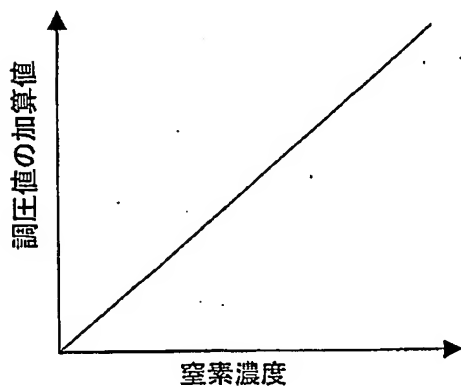
【図3】



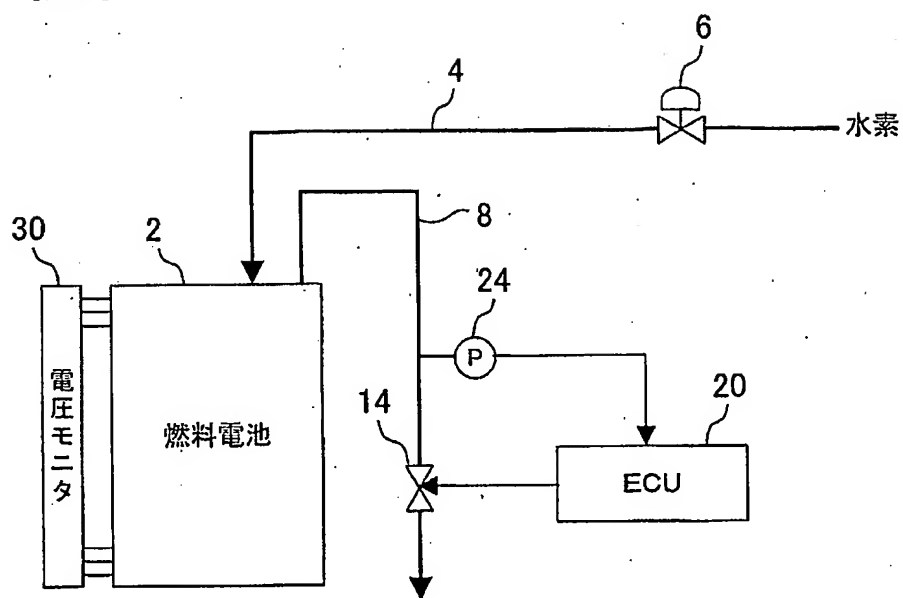
【図4】



【図5】



【図 6】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 本発明は燃料電池システムに関し、十分に水素濃度を回復しながらも不必要に水素を排出することのないよう、燃料オフガスの排出量を正確に制御できるようにする。

【解決手段】 燃料ガス 2 中の窒素濃度を推定し、推定した窒素濃度に応じて、排出手段 14 によって燃料オフガス通路 8 から外部に排出される燃料オフガスの排出量を制御する。窒素濃度は、例えば、燃料オフガスの排出中における燃料オフガス通路 8 内の圧力降下速度から推定することができる。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2004-005858
受付番号	50400046715
書類名	特許願
担当官	植田 晴穂 6992
作成日	平成 16 年 1 月 20 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000003207
【住所又は居所】	愛知県豊田市トヨタ町 1 番地
【氏名又は名称】	トヨタ自動車株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100106150
【住所又は居所】	東京都新宿区荒木町 20 番地 インテック 88 ビル 5 階
【氏名又は名称】	高橋 英樹

【代理人】

【識別番号】	100082175
【住所又は居所】	東京都新宿区荒木町 20 番地 インテック 88 ビル 5 階
【氏名又は名称】	高田 守

【選任した代理人】

【識別番号】	100120499
【住所又は居所】	東京都新宿区荒木町 20 番地 インテック 88 ビル 5 階
【氏名又は名称】	平山 淳

特願 2004-005858

出願人履歴情報

識別番号

[000003207]

1. 変更年月日

1990年 8月27日

[変更理由]

新規登録

住所

愛知県豊田市トヨタ町1番地

氏名

トヨタ自動車株式会社